

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-263792

(43)Date of publication of application : 26.10.1990

(51)Int.Cl. C30B 29/06
C30B 33/02
H01L 21/324

(21)Application number : 01-082841

(71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD

(22)Date of filing : 31.03.1989

(72)Inventor : FUSEGAWA IZUMI
YAMAGISHI HIROTOSHI
ABE TAKAO

(54) HEAT TREATMENT OF SILICON**(57)Abstract:**

PURPOSE: To enhance the deposition distribution of oxygen in the growth direction of crystal by heat-treating silicon single crystal produced by a CZ (Czochralski) process at the specified low temp. region.

CONSTITUTION: Silicon single crystal produced by a CZ process is heat-treated at low temp. of 400 to 550° C. As silicon single crystal, a silicon wafer and a silicon ingot may be utilized. Heat treatment at low temp. of 400 to 550° C can be performed in a CZ pulling-up furnace as an post-heating stage after finishing pulling-up of silicon single crystal. Furthermore, in order to enhance the above-mentioned effect, the pulled-up single crystal is once taken out from the inside of the furnace and heat-treated at about 1200° C or more and at the m.p. or below by the ingot or the wafer. Silicon single crystal is initialized and then low temp. heat treatment is preferably performed therefore at 400 to 550° C.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-263792

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)10月26日

C 30 B 29/06

8518-4G

33/02

8518-4G

H 01 L 21/324

7738-5F

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全5頁)

⑮ 発明の名称 シリコンの熱処理方法

⑯ 特 願 平1-82841

⑰ 出 願 平1(1989)3月31日

⑱ 発 明 者 布 施 川 泉 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体研究所内

⑲ 発 明 者 山 岸 浩 利 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体研究所内

⑳ 発 明 者 阿 部 孝 夫 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体研究所内

㉑ 出 願 人 信越半導体株式会社 東京都千代田区丸の内丸1丁目4番2号

㉒ 代 理 人 弁理士 石原 詔二

明 細 書

1. 発明の名称 シリコンの熱処理方法

2. 特許請求の範囲

(1) C Z法で製造した単結晶シリコンを400～550℃の低温で熱処理することを特徴とするシリコンの熱処理方法。

(2) 単結晶シリコンがシリコンウェーハであることを特徴とする請求項(1)記載のシリコンの熱処理方法。

(3) 単結晶シリコンがシリコンインゴットであることを特徴とする請求項(1)記載のシリコンの熱処理方法。

(4) C Z引上げ炉内で単結晶シリコンの引上げ終了後のアフターヒーティング工程として400～550℃の低温の熱処理を行うことを特徴とするシリコンの熱処理方法。

(5) C Z法で製造した単結晶シリコンを、さきに1200～1350℃で高温処理し、次いで上記低温処理することを特徴とする請求項(1)乃至(3)の何れか1項記載のシリコンの熱処理方法。

(6) C Z法で製造した単結晶シリコンを、さきに1200～1300℃で高温処理し、次いで上記低温処理することを特徴とする請求項(1)乃至(3)の何れか1項記載のシリコンの熱処理方法。

(7) C Z法で製造した単結晶シリコンを、さきに1200～1300℃で高温処理し、次いで400～550℃で低温処理し、これに続いて酸素析出熱処理を行うことを特徴とするシリコンの析出酸素量制御熱処理方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、C Z(チョクラルスキ)法で製造した単結晶シリコンにおいて結晶の成長方向に均一に目的の酸素析出量を得ることができるようにしたシリコンの熱処理方法に関する。

〔従来の技術〕

C Z(チョクラルスキ)法で製造した単結晶シリコン中には過飽和な酸素が含まれている。この過飽和酸素はLSI製造工程の熱処理中に析出し、酸化物析出物を発生させる。これら析出物は素

子形成領域から離れた領域に導入された場合には、ゲッタリング中心として働き、素子製造工程中に導入される可能性のある種々の不純物を取り込み、素子形成領域を清浄に保つことが可能である。一方、この析出物が素子形成領域に導入されると接合リーク等、特性劣化を引起し素子にとって有害な役割を果たす。従って、歩留りよくLSIを製造するためには酸素の析出量を制御することが重要である。

CZ単結晶シリコン中に含まれる酸素の析出特性は、結晶中の初期酸素濃度と結晶育成中の熱履歴に強く依存し、同一CZ単結晶シリコン中でも種結晶側と底部では熱履歴が異なる。このため、酸素の析出特性も種側と底部では異なる。即ち、単結晶シリコンの種側の酸素析出量は多く、底部の酸素析出量は少なくなり、結晶の成長方向に不均一な析出分布となっているものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明は、上述した従来技術の欠点を解消するべく発明されたもので、結晶成長方向の酸素析出

分布を改善することができ、特に結晶底部の酸素析出量が低下せず、かつ所定の酸素析出量を結晶方向に均一に得ることができるようにしたシリコンの熱処理方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明のシリコンの熱処理方法においては、CZ法で製造した単結晶シリコンを400～550℃の低温で熱処理するものである。上記した温度範囲外では、酸素析出量が充分でない。

単結晶シリコンはシリコンウェーハであってもよいし、シリコンインゴットであってもよい。

また、CZ引上げ炉内で単結晶シリコンの引上げ終了後のアフターヒーティング工程として400～550℃の低温の熱処理を行うことも可能である。

さらに、本発明を効果的にするために、引上げられた単結晶を一度炉内から出してインゴットまたはウェーハで高温、約1200℃以上の融点以下の温度で熱処理し、該シリコン単結晶を初期化

し、次いで上記400～550℃の低温熱処理をするのが好ましい。単結晶をウェーハ状態とすると、単結晶が熱処理を受けるに際し、結晶欠陥の発生、或いは破壊を生ずることがなく、このためインゴットよりも効果的に本発明の実施ができる。しかし、インゴットのままで行くと、作業が効率化する利点がある。上記の高温、低温処理に続いて通常の酸素析出熱処理が後述の実施例のように行われることによって、半導体集積回路の形成をより高性能に、そしてその良品収量を高めることが可能となる。

〔作用〕

CZ法においては、シリコン融液から単結晶シリコンを結晶成長させるため、シリコンの融点である1420℃から室温にむけて連続的に冷却される。このために、単結晶シリコンの頭部と底部では受ける熱履歴が異なる。そこで、必要に応じて、この結晶育成中の熱履歴を高温熱処理を行うことによって初期化し、酸素析出に有効な極く低温部の熱処理を行って、結晶の成長方向の不均一

な析出分布を改善させるものである。

本発明方法を適用する場合の一般的な標準工程は次の通りである。

①熱処理温度：1280℃

熱処理時間：60分

熱処理雰囲気：dry O₂

工程①は結晶育成中の熱履歴を初期化する熱処理であり、必要に応じて導入される。後記する実施例においては、熱履歴を初期化し、本発明方法の作用効果を正確に評価するためにいずれもこの熱処理を加えている。

②熱処理温度：400～550℃

熱処理時間：30～180分

熱処理雰囲気：dry O₂

工程②は酸素析出核を単結晶シリコンに均一に導入する熱処理であり、本発明方法の要点である

③熱処理温度：800℃

熱処理時間：4時間

熱処理雰囲気：N₂

④熱処理温度：1000℃

熱処理時間：16時間

熱処理雰囲気：dry O₂

工程③及び④は酸素析出熱処理で、従来から行われている標準的な熱処理工程である。

〔実施例〕

以下に本発明の実施例を挙げて説明するが、本発明がこれらの実施例の記載によって制限されるものでないことはいうまでもない。

実施例1

結晶成長方向の酸素析出分布の改善。

使用したサンプルは次の通りである。

導電型：N型 (Phos. ドープ)

結晶径 (ウェーハ径)：6" φ (150mm)

抵抗率：10 (Ω・cm)

酸素濃度：14～16 ($\times 10^{17}$ atoms/cm³)

炭素濃度：<2.37 ($\times 10^{13}$ atoms/cm³)

熱処理を施すサンプル厚み：2.0 (mm)

このサンプルに対して次の熱処理を行った。

①熱処理温度：1280℃

熱処理時間：60分

熱処理雰囲気：dry O₂

の条件で熱処理を行い、次いで

②熱処理温度：450℃

熱処理時間：60分

熱処理雰囲気：dry O₂

の条件で低温の熱処理を行った。さらに

③熱処理温度：800℃

熱処理時間：4時間

熱処理雰囲気：N₂

④熱処理温度：1000℃

熱処理時間：16時間

熱処理雰囲気：dry O₂

上記工程③及び④の熱処理を行った。

この場合の酸素析出量を測定し、第1図に示した。この酸素析出量は、7～9 ($\times 10^{17}$ atoms/cm²) と狭い範囲に収まっており、特に結晶底部の酸素析出量が低下しないことが判った。

なお、酸素析出量は次の式によって算出した。
酸素析出量 = 熱処理前の酸素濃度 - 熱処理後の酸

素濃度

酸素濃度の測定は赤外線吸収法によって行った。

比較例1

熱処理工程①及び②を行わず、熱処理工程③及び④のみを行って、この場合の酸素析出量を測定し、実施例1とともに第1図に示した。この酸素析出量は、0.8～6.8 ($\times 10^{17}$ atoms/cm²) と不均一であり、特に結晶底部の酸素析出量が低下してしまうことが判った。

実施例2～5

結晶成長方向に所定の酸素析出量を均一に得る。

実施例1と同様のサンプルを用い、これに対し工程②の熱処理時間を0.5、1.0、2.0、3.0時間と変更した以外は実施例1と同様に熱処理を行った。

この場合の酸素析出量を測定し、第2図に示すとともに第1表に酸素析出量の数値を示した (この第1表には比較例1の酸素析出量も併せて示した。)。

これらの結果から、450℃の熱処理の時間を適宜に設定することによって、所定の酸素析出量を結晶成長方向に均一とすることができることを確認した。

第1表

実施例	図中の印	熱処理時間	酸素析出量 ($\times 10^{17}$ atoms/cm ²)
2	×	30分	2.5～4.0
3	△	60分	7.2～9.0
4	○	120分	8.5～10.6
5	☆	180分	8.8～10.7
比較例1 (未処理)			0.8～6.8

実験例

熱処理工程②の温度を300～1000℃まで、50℃間隔に変化させて2時間熱処理を行ったことを除いて、熱処理工程①、③及び④は実施例

1と同様に行った。使用したサンプルは、酸素濃度が 15.2×10^{17} (atoms/cm³)であることを除いて実施例1と同様のサンプルを用いた。熱処理工程②における温度変化に対する酸素析出量を測定し、第3図に示した。第3図の結果から、熱処理工程②の温度、即ち酸素析出に対して好適な温度範囲は400～550℃であることが判った。

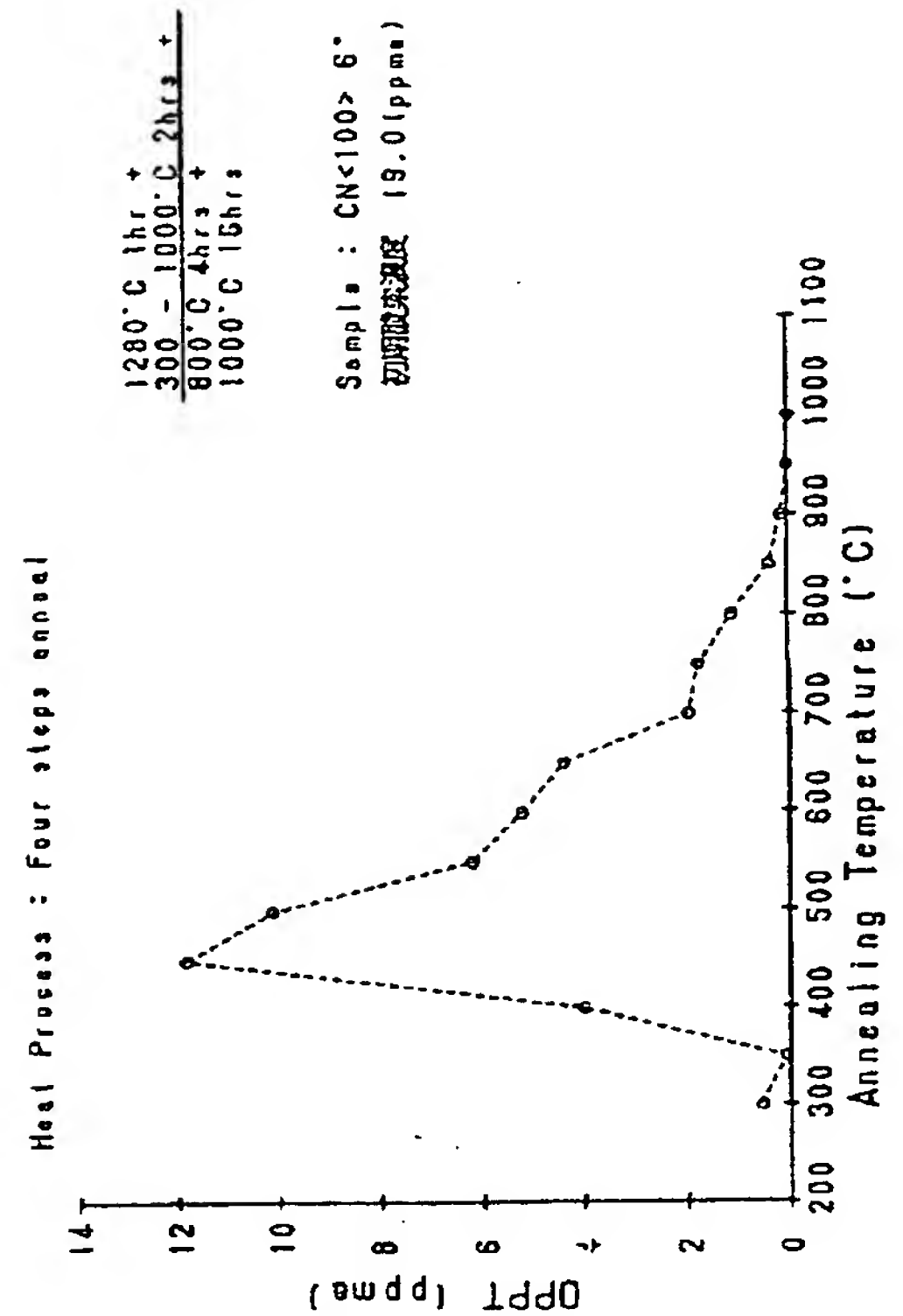
〔発明の効果〕

以上のように、本発明によれば、結晶成長方向の酸素析出分布を改善することができ、特に結晶底部の酸素析出量が低下せず、かつ所定の酸素析出量を結晶方向に均一に得ることができる。従って、歩留りよくLSIを製造することができる。

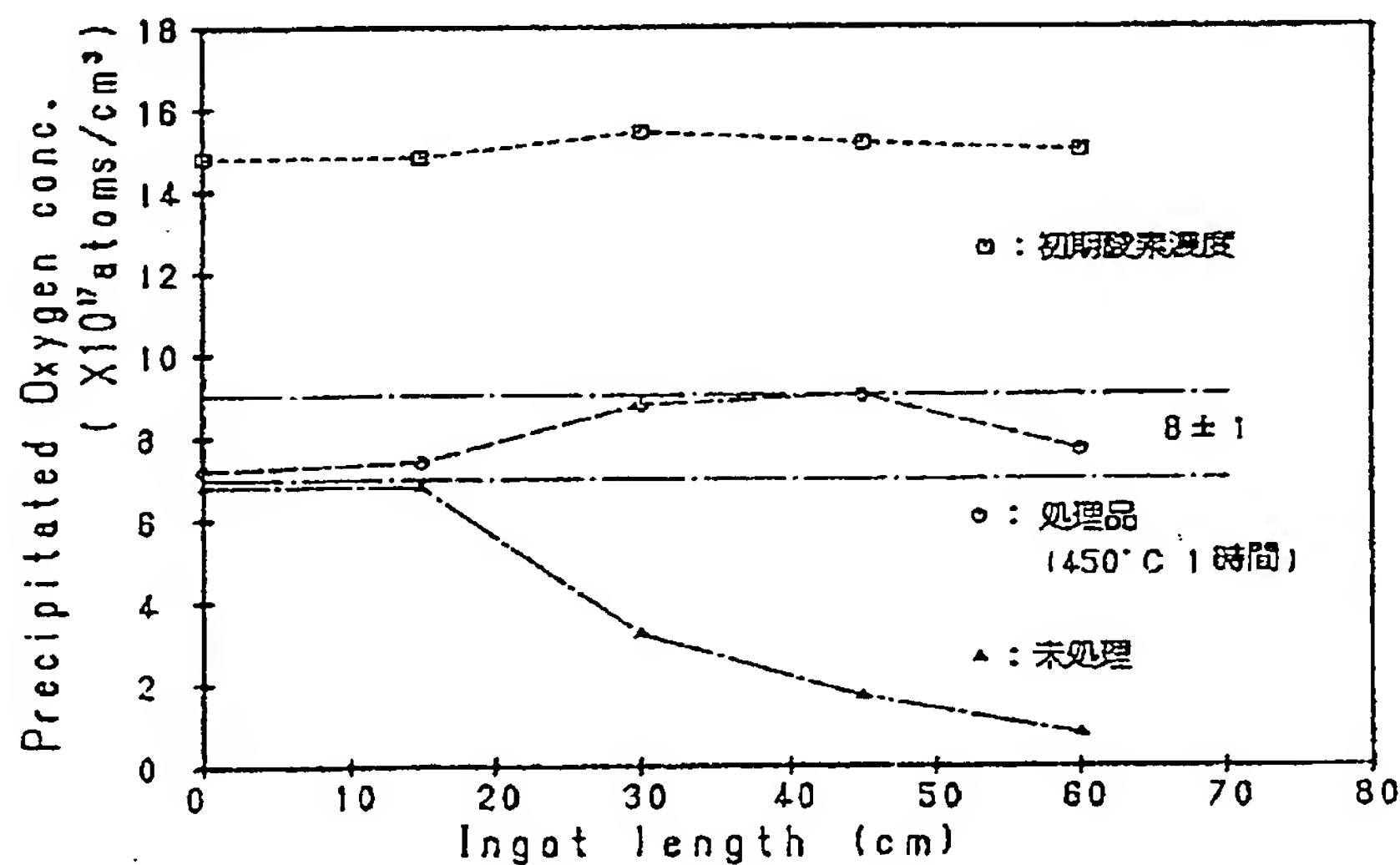
4. 図面の簡単な説明

第1図は実施例1と比較例1における酸素析出量の変動を示すグラフ、第2図は実施例2～5における酸素析出量の変動を示すグラフ及び第3図は実験例において熱処理工程②の温度変化に対する酸素析出量の変動を示すグラフである。

第3図



第1図



第 2 図

